דלקים ביולוגיים - מניצול ביומסה עד מדפסות תלת ממדיות

**מאת: ח'אלד מסאלחה, מורה לכימיה בב"ס תיכון כפר קרע ע"ש אחמד ע. יחיא**

**נרימאן חכים, מורה לכימיה בב"ס טרסנטה בנצרת**

**אז, כעת ובעתיד...הכימיה בכל**

הארנב הלבן הרכיב את משקפיו. "היכן אתחיל, הוד מלכותך? “שאל.  
"התחל בהתחלה, “אמר המלך במלכותיות, "והמשך עד שתגיע לסוף: ואז עצור."   
**לואיס קרול'- הרפתקאות אליס בארץ הפלאות'**

**דלקים ביולוגיים – דור ראשון**

דלקים ביולוגיים הם **דלקים** **נוזליים** המופקים ממקורות צמחיים או מן החי וניתן להשתמש בהם כמו דלק

רגיל להנעת מכוניות, משאיות, ואפילו מטוסים. הדלקים הפופולאריים ביותר בדור הראשון של שימוש

בדלקים ביולוגיים הם **אתנול** וביו-דיזל.

אתנול (דור ראשון) מיוצר ע"י התססה של **סוכרים** כאשר הסוכרים מופקים מהפירות של צמחי מאכל.

בארה"ב משתמשים בתירס כחומר הגלם, ובברזיל משתמשים בקני סוכר.

ביודיזל עובר תהליך דומה אך חומר הגלם שונה, למשל פולי סויה, והוא משמש להנעת מנועי דיזל.

**דלקים ביולוגיים – דור שני**

אתנול צלולוזי (Cellulosic Ethanol) הוא אתנול המופק מפסולת חקלאית ומצמחי בר שונים.

גם חומרים אלו מכילים סוכר רב, אך כדי למצות אותו ולהפכו לאתנול יש צורך בהשקעת אנרגיה רבה.

היתרון באתנול צלולוזי הוא הגיוון הרב בחומר הגלם הנדרש להפקתו. ניתן להשתמש בכול מיני צמחי בר הגדלים (כמעט) ללא השקעה על אדמות שאינן מתאימות לעיבודים חקלאיים אחרים. כמו כן ניתן להשתמש בכל מיני פסולת חקלאית ופסולת עץ וע"י כך לפתור גם את בעיית הטמנת הפסולת.

**"וירדיה"**

חברת "וירדיה" הישראלית גייסה לאחרונה כ 100 מיליון דולר להקמת מפעלים במיסיסיפי ארה"ב לעיבוד עצי אורן, ששימשו בעבר לתעשיית הנייר, להפקת סוכר ומוצרי לוואי נוספים.

החברה משתמשת בתהליך כימי טהור וייחודי שבו משתמשים **בחומצת מלח (HCl)** המסוגלת לעבד את החומר הצלולוזי ה**קשיח** ולהפיק ממנו סוכרים ברמה גבוהה מבלי לשבור את ה**קשרים הכימיים** של הסוכר.

בעצם הטכנולוגיה הבסיסית אינה חדשה, וכבר נעשה בה שימוש ע"י הנאצים במלחמת העולם השנייה. התהליך הכימי נקרא תהליך "ברגיוס" על שם ממציאו "פרידריך ברגיוס" שגם קיבל עליו פרס נובל ב 1931.

התהליך שפיתח ברגיוס ניתן למימוש בקנה מידה תעשייתי, מבטיח תפוקה גבוהה והמרה של קרוב ל- 100% של חומר הגלם לסוכרים.

הנאצים השתמשו בגזרי עצים כחומר גלם לייצור אתנול, וכשהמצב הכלכלי בגרמניה הגיע לשפל של ממש, אף החלו לייצר באופן זה גם סוכר לבישול.

התהליך הגרמני המקורי התרכז ב**איוד המים** מהתמיסה, מה שיצר חומר שכלל סוכרים ועוד 20% חומצה רעילה וחסרת שימוש.

פרופ' אברהם בניאל, מדען צעיר (כיום בן 93) שמע על הטכנולוגיה הזאת עוד ב- 1946 כאשר גר בפריס ועשה דוקטורט בכימיה.

בשנת 2007 , בניאל שיפר את תהליך מחזור החומצה וקיבל נוסחה מנצחת לתהליך שבו כל התוצרים הם בעלי ערך כלכלי: סוכרים מרוכזים שניתנים לשימוש בתעשיית המזון ולהפקת דלק, דשן לחקלאות, ופסולת עץ שיכולה לשמש כחומר בעירה לשריפת פחם. התהליך הגרמני הפך באופן זה להיות תהליך יעיל, לא מזהם וכלכלי.

**המקור:**

<http://www.yoetz-hadaat.com/index.php/he/2012-05-17-14-31-30/91-2012-06-10-10-00-51>

**שאלות**

**להלן משימות אודות מילים/מושגים שהוזכרו בקטעים לעיל ושצוינו בצבעים:**

1. **דלקים** **נוזליים, אתנול (מבנה וקישור, אנרגיה)**

**השלימו את החסר במשפטים הבאים:**

דלק מורכב בד"כ מתרכובות ..............., פחמימנים לרוב אך גם כאלה שמכילות ................ כמו **אתנול,** בעל הנוסחה המולקולרית.................,ושהוא (מצב הצבירה) ................. שקוף ודליק.

האתנול משמש גם לייצור משקאות משכרים וגם ברפואה לחיטוי.

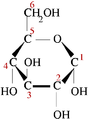
**אתנול** מורכב ממולקולות הקשורות ביניהן בקשרי ............., שנוצרים כאשר אטום המימן החשוף מאלקטרונים וקשור קוולנטית לאטום החמצן במולקולת אתנול אחת נמשך אל זוג אלקטרונים בלתי קושר על אטום ..................שנושא מטען חלקי שלילי במולקולת אתנול סמוכה. בין מולקולות האתנול פועלות גם אינטראקציות מסוג ............, כלומר משיכה חשמלית בין הקטבים מנוגדי המטען של ענני האלקטרונים של המולקולות.

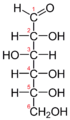
**אתנול** הוא נוזל כי טמפ' ההיתוך שלו .............. מטמפ'' החדר וטמפ'' הרתיחה שלו...............מטמפ'' החדר. בתהליך שריפת האתנול ................ אנרגיה שמשמשת להנעת המכונית.

1. **סוכרים, צלולוזה (טעם של כימיה)**

ענו על השאלות הבאות:

1. מהי הנוסחה המולקולרית של הגלוקוז?
2. נתונות נוסחות המבנה הטבעתית והפתוחה של גלוקוז:





**(הנוסחאות לקוחות מ-ויקיפדיה)**

1. השלם את החסר בנוסחה הטבעתית.
2. מהי הקבוצה הפונקציונלית שנמצאת בשרשרת הפתוחה ושאינה בטבעת? איזה קבוצה פונקציונלית יש במקומה?
3. הגלוקוז הטבעתי המובא לעיל הוא אלפא/ביתא (מחק את המיותר) גלוקוז כי (השלימו).........................................
4. מנוז הוא אפימר של גלוקוז בפחמן מס' 2. גלקטוז הינו אפימר של גלוקוז בפחמן מס' 4. ציינו את הדמיון והשוני בין נוסחאות המבנה של שלוש התרכובות.
5. גלוקוז כמו גם מנוז וגלקטוז הינם מוצקים בטמפ' החדר. מסיסותם במים גבוהה.

הסבירו את התכונות הנ"ל במונחי מבנה וקישור.

1. להלן נוסחת מבנה מייצגת של קטע של צלולוזה:



1. ציינו את מספרי הפחמנים המשתתפים בקשרים ה-"גליקוזידיים" בין טבעות הגלוקוז.
2. האם טבעות הגלוקוז לאורך השרשרת הפולימרית של הצלולוזה הן בתבנית אלפא או ביתא?
3. הצלולוזה הינה חומר שבונה את דופן תאי הצמח. איזה קשרים קיימים בין שרשראות הצלולוזה? האם מתקיימים קשרים מאותו סוג בין טבעות סמוכות בשרשרת? אם כן פרטו היכן וכיצד.
4. מסיסותה של הצלולוזה במים זניחה. כיצד ניתן להסביר זאת?

3. **חומצת מלח (חומצות)**، **הידרוליזה**

להלן קטע שהוזכר במצגת: "החברה משתמשת בתהליך כימי טהור וייחודי שבו משתמשים בחומצת מלח (HCl) המסוגלת לעבד את החומר הצלולוזי הקשיח ולהפיק ממנו סוכרים ברמה גבוהה מבלי לשבור את הקשרים הכימיים של הסוכר".

1. נסחו את התגובה של חומצת המלח עם המים ואשר מסבירה את חומציותה.
2. מה יכולה/ות להיות הפעולה/ות שחומצת המלח עושה בתהליך העיבוד והריכוך?

בחרו מהבאות :

1. שבירת קשרים קוולנטיים בין אטומי פחמן.
2. שבירת קשרים קוולנטיים בין אטומי חמצן.
3. שבירת קשרי מימן בין שרשראות הצלולוזה.
4. שבירת קשרים גליקוזידיים.
5. היפוך העמדות של ההידרוקסילים בטבעות הגלוקוז.

**נמקו!**

1. "אברהם בניאל" הכניס שיפור בתהליך "ברגיוס" שישמו הגרמנים להפקת אתנול מסוכר.

הסבירו מדוע התהליך שהציע אברהם בניאל הינו יעיל יותר וכלכלי יותר?